

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gambaran Umum

Dalam menempa logam didalam dunia industri baik kecil maupun menengah, sangat membutuhkan suatu inovasi berupa alat yang dapat mempermudah proses penempaan logam secara kontinu. Adapun dalam proses penempa logam secara manual mempunyai beberapa kelemahan dalam efisiensi dalam proses pengerjaannya antara lain: proses penempaan yang dilakukan secara berulang kali memerlukan tenaga lebih dari 1 orang, kemampuan para pekerja atau penempa terbatas dalam menggerakkan palu secara berulang kali, kapasitas produk tempa yang dihasilkan sangat terbatas (Abel Septiawan,et al.,2023).

Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia di definisikan bahwa “mesin adalah perkakas untuk menggerakkan atau membuat sesuatu yang dijalankan oleh roda, digerakkan oleh tenaga manusia atau penggerak menggunakan bahan bakar minyak atau tenaga alam”, dari definisi tersebut dapat kita tarik kesimpulan bahwa mesin sebagai alat yang dapat membantu meringankan pekerjaan manusia. Adapun “penempaan adalah proses pengelolaan logam dengan keadaan deformasi dalam panas dengan sistem pukulan”(Antonnius,et al.,2022). Dengan demikian mesin penempa adalah alat yang dimana mempermudah dalam proses pengelolaan logam dengan sistem pukulan. Oleh karena itu timbulah keinginan membuat alat penempa dengan memanfaatkan putaran mesin yang bersumber dari motor listrik.

2.2 Prinsip Kerja

Adapun prinsip kerja dari mesin penempa logam dengan menggunakan metode palu penempa ini sangatlah sederhana yang dimana motor listrik sebagai sumber daya penggerak meneruskan tenaga putarnya ke puli kecil dan puli besar melalui penghubung sabuk, puli besar terhubung dengan poros utama, poros tersebut terhubung dengan roda gila yang dirangkai dengan lengan ayun bersama pemukul atau palu penempa.

2.3 Komponen

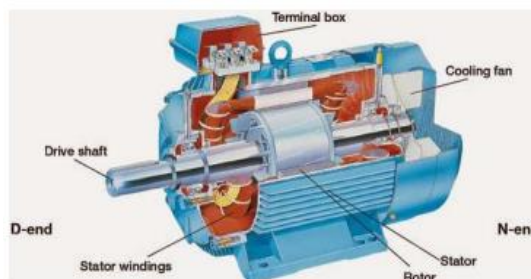
Adapun komponen-komponen yang terdapat pada mesin penempa logam menggunakan metode palu penempa antara lain :

1. Motor listrik

Motor listrik merupakan sebuah perangkat yang dimana sumber tenaga penggerak dengan mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Motor listrik banyak ditemukan pada perangkat rumah tangga antara lain: kipas angin, pompa air, dan mesin cuci. Adapun motor listrik dikategorikan berdasarkan tegangan kerja antara lain :

a. Motor listrik arus bolak-balik

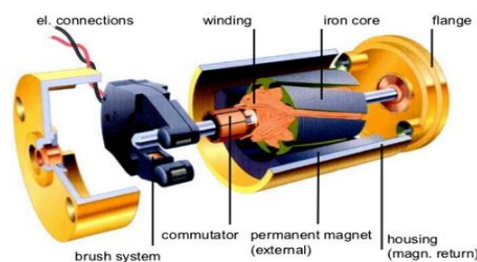
Motor listrik arus bolak balik / AC (Alternating Current) merupakan motor listrik yang menggunakan arus listrik yang dapat membalikkan arahnya secara teratur dalam rentang waktu tertentu.



Gambar 2. 1 Motor listrik AC
(Mustaking, 2019)

b. Motor listrik arus searah

Motor listrik arus searah / DC (Direct Current) merupakan motor listrik yang digunakan pada penggunaan secara khusus dimana diperlukan penyalaan torque yang tinggi atau percepatan yang tetap untuk kisaran kecepatan yang luas.



Gambar 2. 2 Motor listrik DC
(Otoflic.com, 2015)

Adapun motor listrik yang digunakan pada mesin penempa logam adalah jenis motor listrik arus balak-balik (AC) berupa motor listrik 220 v (1 Phase).



Gambar 2. 3 Motor listrik yang digunakan
(Dokumen pribadi, 2023)

- Rumus putaran yang digerakkan:

$$\frac{n_1}{n_2} = i \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana : n_1 = Putaran pulley penggerak (rpm)

n_2 = Putaran pulley yang digerakkan (rpm)

i = Putaran reduksi yang direncanakan

- Rumus gaya yang diperlukan (gaya sentrifugal):

$$F_{Sentrifugal} = m \times \omega^2 \times R \dots\dots\dots(2.2)$$

$$\omega = \left(\frac{2 \times \pi \times n}{60} \right)^2 \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana : m = Massa beban (kg)

ω = Kecepatan sudut (rad/s)

R = Jari-jari lintasan (m)

- Rumus daya motor:

$$P = \frac{2 \times \pi \times n \times T}{60} \dots\dots\dots(2.4)$$

$$T = F \times R \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana : P = Daya motor (W)

n = Putaran yang diperlukan (rpm)

T = Torsi (Nm)

F = Gaya (N)

R = Jari-jari (m)

- Rumus daya rencana:

$$P_d = f_c \times P \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana : P_d = Daya rencana (W)

f_c = Faktor koreksi

P = Daya (W)

Tabel 2. 1 Faktor koreksi daya
(KiyokatsuSuga dan Sularso,1997)

Daya yang ditranmisikan	Faktor koreksi (f_c)
Daya rata-rata yang diperlukan	1,2 – 2,0
Daya maksimum yang diperlukan	0,8 – 1,2
Daya normal	1,0 – 1,5

2. Pulley

Pulley adalah cakra (disc) yang dilengkapi dengan tali, pulley biasanya terbuat dari logam maupun non logam seperti:besi tuang, plastik atau kayu. Cara kerja puli adalah meneruskan tenaga putaran dari motor listrik ke poros utama (Antonnius,et al.,2022).



Gambar 2. 4 Pulley
(Antonnius, 2022)

- Rumus diameter pulley yang digerakkan (D_2):

$$N_1 \times D_1 = N_2 \times D_2 \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana: N_1 = Putaran pulley penggerak (rpm)

N_2 = Putaran pulley yang digerakkan (rpm)

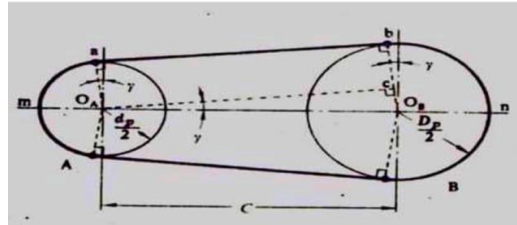
D_1 = Diameter pulley penggerak (mm)

D_2 = Diameter pulley yang digerakkan (mm)

3. Sabuk-V

Sabuk yang digunakan dalam mesin penempa logam menggunakan metode palu penempa ini adalah sabuk-V, alasan menggunakan sabuk-V dikarenakan

mudah dalam penggunaannya dan harganya terjangkau. Sabuk berfungsi untuk menghubungkan tenaga putaran dari pulley satu ke pulley lainnya (Abel Septiawan, et al., 2023)



Gambar 2. 5 Sabuk-V
(Antonnius, 2022)

- Rumus panjang sabuk:

$$L = \pi(R_2 + R_1) + 2 \cdot x + \frac{(R_2 - R_1)^2}{x} \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana : R2 = Jari-jari pulley besar (mm)

R1 = Jari-jari pulley kecil (mm)

x = Jarak antara poros pulley besar dan pulley kecil yang ditentukan (mm)

- Rumus gaya tegang sabuk sisi tegang:

$$T_1 = \frac{Tr}{R_2} \dots\dots\dots(2.9)$$

$$Tr = 9,55 \times \frac{P}{N_2} \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana : T1 = gaya tegang sabuk sisi tegang (N)

Tr = Torsi pada poros pulley besar (N mm)

R2 = Jari-jari pulley besar (mm)

- Rumus gaya tegang sabuk sisi kendur (T2):

$$\frac{T_1}{T_2} = e^{(\mu\theta \csc \beta)} \dots\dots\dots(2.11)$$

$$\theta = (180^\circ - 2\alpha) \times \frac{\pi}{180} \dots\dots\dots(2.12)$$

$$\sin \alpha = \left(\frac{R_2 - R_1}{x} \right) \dots\dots\dots(2.13)$$

$$\csc \beta = \csc 20^\circ \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana : e = 2,72

μ = Koefisien gesek antara sabuk dan pulley = 0,25

Θ = Sudut kontak antara sabuk dan pulley

2β = Sudut alur pada pulley = 40°

4. Poros

Poros merupakan salah satu elemen mesin yang berbentuk silindris memanjang dengan penampang yang berbentuk lingkaran (Muhammad Muldani,2017). Poros berfungsi sebagai penerus transmisi daya dari pulley menuju palu pemukul.

- Rumus diameter poros :

$$D^3 = \frac{16}{\pi \times \tau_i} \sqrt{M^2 + T^2} \dots \dots \dots (2.15)$$

$$\tau_i = \frac{T}{V} \dots \dots \dots (2.16)$$

$$M = \frac{W \times l}{2} \dots \dots \dots (2.17)$$

Dimana : D^3 = Diameter poros (mm)

τ_i = Tegangan izin bahan poros (N/mm^2)

M = Momen terbesar pada poros pulley (N mm)

T = Torsi pada poros pulley besar (N mm)

5. Bantalan

Bantalan adalah elemen mesin yang berfungsi untuk menumpu poros, sehingga putaran yang dihasilkan halus dan aman. Bantalan harus cukup kokoh sehingga dapat memungkinkan poros serta elemen lainnya bekerja dengan baik, jika bantalan tidak berfungsi sebagaimana mestinya maka kinerja dari seluruh sistem akan menurun atau tidak bisa bekerja (Mustaking, et al.,2019).



Gambar 2. 6 Pillow bearing
(Dokumen pribadi, 2023)

6. Lengan dan palu penempa

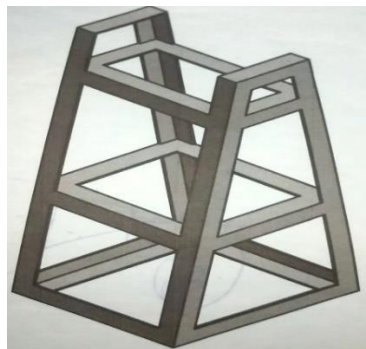
Lengan ayun penempa merupakan elemen mesin yang berfungsi untuk menggerakkan naik dan turunnya palu penempanya. Sedangkan Palu penempa merupakan bagian terpenting dalam mesin penempa logam yang berfungsi untuk memukul logam / menempa logam yang akan dikerjakan.



Gambar 2. 7 Lengan pemukul
(Dokumen pribadi, 2023)

7. Rangka mesin penempa logam

Rangka mesin merupakan bagian yang berfungsi untuk menumpu beban komponen-komponen dari mesin, sehingga mesin dapat bekerja dengan baik (Antonius, et al., 2022). Bahan yang digunakan pada rangka mesin ini adalah baja siku.



Gambar 2. 8 Rangka mesin
(Dokumen pribadi, 2023)

Rumus tegangan yang terdapat di kerangka:

$$F = m \times g \dots \dots \dots (2.18)$$

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (2.19)$$

$$\sigma_{ib} = \frac{\sigma_b}{v} \dots \dots \dots (2.20)$$

Dimana: F = Gaya berat benda (N)

m = Massa benda (Kg)

g = Gaya gravitasi (m/s^2)

σ = Tegangan tekan beban (N/mm^2)

A = Luas penampang (mm^2)

σ_{ib} = Tegangan izin benda (N/mm^2)

v = Faktor keamanan

- yang dimana faktor keamanan :

Beban statis : 1,25 – 2

Beban dinamis : 2 – 3

Beban kejut : 4 – 5

2.4 Jenis - jenis proses pengerjaan

Dalam proses permesinan atau pembuatan terdapat beberapa cara proses permesinan antara lain: pengeboran, penggerindaan, dan pengelasan.

a. Proses Pengeboran

Pengeboran adalah proses menghasilkan lubang berbentuk bulat dengan menggunakan pemotong berputar yang dimana disebut bor, pengeboran memiliki fungsi untuk membuat lubang, membesarkan lubang.



Gambar 2. 9 Mesin bor
(tekniktempur.com, 2018)

$$n = \frac{1000 \times Vc}{\pi \times d} \dots\dots\dots(2.21)$$

Dimana: n = Banyak Putaran (rpm).

Vc = Kecepatan Potong (m/menit).

d =Diameter mata bor (mm).

- Rumus perhitungan waktu pengeboran :

$$T_m = \frac{L}{S_r \times n} \dots\dots\dots(2.22)$$

$$L = l + 0,3.d \dots\dots\dots(2.23)$$

Dimana : T_m = Waktu Pengerjaan (menit).

L = Kedalaman Pengeboran (mm).

l = Kedalaman awal.

d = diameter mata bor.

S_r = Ketebalan Pemakanan (mm).

b. Proses Penggerindaan

Penggerindaan adalah proses pekerjaan yang berupa memotong dan juga dapat menghaluskan permukaan suatu benda kerja yang disesuaikan dengan mata gerinda yang dipakai.



Gambar 2. 10 gerinda
(doyock-online.com, 2013)

$$n = \frac{1000 \times V_c \times 60}{\pi \times d} \dots\dots\dots(2.24)$$

Dimana: n : Putaran Mesin (rpm).

V_c : Kecepatan keliling (m/detik).

d : Diameter mata gerinda (mm).

- Rumus perhitungan waktu Penggerindaan:

$$T_m = \frac{t_g \times l \times t_b}{s_r \times n} \dots\dots\dots(2.25)$$

Dimana: n = Putaran Mesin (rpm).

T_m = Waktu Pengerjaan (menit).

T_g = Tebal Mata Gerinda (mm).

l = Panjang Bidang Pemotongan (mm).

t_b = Ketebalan Benda Kerja (mm).

S_r = Ketebalan pemakanan (mm/putaran)

c. Proses Pengelasan

Pengelasan adalah proses penyambungan logam menjadi satu akibat panas dengan atau tanpa pengaruh tekanan atau dapat didefinisikan sebagai ikatan metalurgi.



Gambar 2. 11 Mesin las
(monotoro.id, 2015)

- Rumus Perhitungan Waktu Pengelasan:

$$T_m = \frac{l}{v} \dots\dots\dots(2.26)$$

Dimana : T_m = Waktu Pengerjaan (detik)

l = Panjang Bagian Pengelasan (mm)

v = Kecepatan Pengelasan (mm/detik).

- Yang dimana kecepatan (v) dapat ditentukan dengan membagi ukuran kawat las dengan waktu pengerjaan selama 1 detik

$$v = \frac{\text{Ukuran kawat}}{1 \text{ detik}} \dots\dots\dots(2.27)$$

2.5 Biaya Produksi dan Perawatan

2.5.1 Biaya Produksi

Biaya produksi adalah biaya yang melekat pada produk, meliputi semua biaya, baik secara langsung maupun tidak langsung yang dapat diidentifikasi dengan kegiatan pengolahan bahan baku menjadi produk jadi. (Harnanto,2017). Perhitungan biaya produksi bertujuan untuk mengetahui besar biaya yang

dikeluarkan selama proses pembuatan dan juga dapat menentukan besarnya harga jual dari suatu produk atau alat yang diproduksi, adapun biaya produksi meliputi antara lain :

A. Biaya Material

Biaya material adalah biaya yang digunakan dalam pembelian bahan baku alat yang akan diproduksi atau proses pembuatan. Material yang digunakan dalam proses pembuatan ini bermacam-macam, harga material ditentukan dari berat, ukuran, dan jumlah satuan dari material tersebut.

B. Biaya Listrik

Dalam pemakaian listrik dapat diketahui besarnya pemakaian dengan menggunakan rumus:

$$B = T_m \times b_l \times P \dots\dots\dots(2.28)$$

Dimana: B = Biaya listrik (Rp).

T_m = Waktu permesinan (jam).

b_l = Biaya pemakaian (Rp. 1.300-/kwh).

P = Daya mesin (kw).

C. Biaya Sewa Mesin

Biaya sewa mesin merupakan biaya yang dikeluarkan untuk menyewa mesin dalam kegiatan produksi / proses pembuatan alat. Dalam menghitung biaya sewa mesin yang digunakan antara lain :

$$BM = T_m \times B \dots\dots\dots(2.29)$$

Dimana : BM = Biaya sewa mesin (Rp).

T_m = Waktu permesinan (jam).

B = Harga sewa mesin (Rp).

D. Biaya Operator

Biaya operator adalah biaya yang dikeluarkan untuk membayar penggunaan tenaga kerja (Mita dan Widyastuti,2018). Untuk biaya operator, diambil biaya

sebesar Rp. 3.400.000,- sesuai dengan data yang diambil dari upah minimum Provinsi Sumatera Selatan tahun 2023 (Databoks.katadata.co.id). Maka biaya operator per jam adalah

$$\text{Upah / jam} = \frac{\text{Upah Minimum}}{\text{jam kerja}} \dots\dots\dots(2.30)$$

Dimana : Upah / jam = Bayaran operator per jam (Rp,- / jam).

Upah Minimum = Upah minimum Provinsi Sumatera Selatan (Rp).

Jam Kerja = Lama waktu operator bekerja (jam).

E. Biaya Tak Terduga

Dalam proses pembuatan alat, diambil 15% dari biaya material dan biaya sewa mesin untuk biaya tak terduga. Maka biaya tak terduga antara lain:

$$\text{Biaya Tak Teduga} = 15\% (\text{Biaya Material} + \text{Biaya Sewa Mesin})\dots\dots(2.31)$$

Dimana: Biaya Material (Rp).

Biaya Sewa Mesin (Rp).

F. Biaya Produksi

Biaya produksi adalah biaya yang dikeluarkan untuk membuat barang atau jasa. Biaya produksi terdiri dari biaya material, biaya listrik, operator, sewa mesin dan biaya tak terduga. Maka biaya produksi:

$$\text{Biaya Produksi} = \text{Biaya material} + \text{biaya listrik} + \text{biaya sewa mesin} + \text{biaya operator} + \text{biaya tak terduga}\dots\dots\dots(2.32)$$

G. Keuntungan

Dari syaikh Muhammad bin Sholeh Al'Utsaimin berkata, "Keuntungan itu tidak dibatasi, diperbolehkan mengambil keuntungan 10%, 20%, atau lebih, asalkan tidak ada pengelabuan dalam jual belinya. Adapun keuntungan yang direncanakan dalam penjualan produk alat ini sebesar 10% dari biaya produksi. Maka keuntungan adalah:

$$\text{Keuntungan} = 20\% \times \text{biaya produksi} \dots\dots\dots(2.33)$$

Dimana : Keuntungan (Rp)

Biaya produksi (Rp)

H. Harga Jual

Harga jual adalah besaran harga yang dapat menutupi besarnya harga produksi dan ditambah dengan laba / keuntungan yang wajar (Mita dan Widyastuti,2018). Maka harga jual adalah:

$$\text{Harga Jual} = \text{Biaya produksi} + \text{keuntungan} \dots \dots \dots (2.34)$$

Dimana : Biaya produksi (Rp).

Keuntungan (Rp).

2.5.2 Perawatan

Perawatan adalah sebuah usaha untuk menghilangkan dari faktor-faktor yang menyebabkan menimbulkan kerusakan dan dapat memungkinkan meningkatkan kondisi peralatan menjadi lebih baik. Perawatan dilakukan dengan prosedur yang tepat sehingga dapat alat beserta komponen-komponennya berumur panjang, dan dapat digunakan sebagai referensi untuk mengetahui kerusakan yang akan mungkin terjadi, sehingga dapat mencegah sebelum terjadinya kerusakan.

Suatu mesin atau alat memerlukan perawatan secara teratur atau terjadwal, adapun tujuan dari perawatan mesin atau alat adalah sebagai berikut :

1. Mesin dapat beroperasi dengan baik dan lancar, sehingga tidak mengganggu proses produksi.
2. Memperpanjang waktu pemakaian mesin atau peralatan.
3. meminimalisasi biaya total produksi yang berhubungan secara langsung dengan biaya pelayanan.

Pada umumnya kegiatan perawatan terbagi menjadi dua antara lain perawatan terencana atau pencegahan dan perawatan tanpa rencana.

a. Perawatan Pencegahan (*Preventif Maintenance*)

Perawatan pencegahan merupakan perawatan yang dilakukan secara teratur dan terencana untuk mencegah penurunan kondisi suatu mesin atau alat. Perawatan pencegahan bertujuan untuk : mencegah terjadinya kerusakan akibat pgunan yang teratur, mengetahui gejala kerusakan yang akan terjadi.

b. Perawatan Tanpa Rencana

Perawatan tanpa rencana merupakan perawatan yang dilakukan secara tiba-tiba atau tanpa adanya rencana, dimana kerusakan terjadi ketika suatu alat sedang bekerja atau beroperasi.